

#2

PATENT
Attorney Docket No.: 678-816 (P9949)

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

APPLICANTS: Takahiko KISHI

SERIAL NO.: not yet assigned

FILED: concurrent herewith **DATED:** March 4, 2002

FOR: FREQUENCY CONVERTER

JC996 U.S. PTO
10/090521
03/04/02



Commissioner for Patents
Washington D. C. 20231

TRANSMITTAL OF CERTIFIED COPY

Sir:

Enclosed is a certified copy of Japanese Patent Application No. 58396 filed on March 2, 2001 and from which priority is claimed under 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,

Paul J. Farrell
Reg. No. 33,494
Attorney for Applicant(s)

DILWORTH & BARRESE, LLP
333 Earle Ovington Blvd.
Uniondale, NY 11553
TEL: (516) 228-8484
FAX: (516) 228-8516
PJF/DMO/lah

CERTIFICATION UNDER 37 C.F.R. § 1.10

I hereby certify that this correspondence (and any document referred to as being attached or enclosed) is being deposited with the United States Postal Service in an envelope as "Express Mail Post Office to Addressee" Mail Label Number EV035531579US addressed to: BOX PATENT APPLICATION, Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231 on March 4, 2002.

Dated: March 4, 2002


Douglas M. Owens III

TAKAHICO KISHI
ATTY. DOCKET: 678-816

JCP996 U.S. PTO
10/090521
03/04/02

日本特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office

出願年月日

Date of Application:

2001年 3月 2日

出願番号

Application Number:

特願2001-058396

出願人

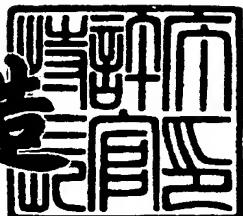
Applicant(s):

株式会社サムスン横浜研究所

2001年12月28日

特許長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3112910

【書類名】 特許願
【整理番号】 00122109
【提出日】 平成13年 3月 2日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 H03D 7/00
【発明の名称】 周波数変換器
【請求項の数】 5
【発明者】
【住所又は居所】 神奈川県横浜市鶴見区菅沢町2-7 株式会社サムスン
横浜研究所 電子研究所内
【氏名】 岸 孝彦
【特許出願人】
【識別番号】 598045058
【氏名又は名称】 株式会社サムスン横浜研究所
【代理人】
【識別番号】 100064908
【弁理士】
【氏名又は名称】 志賀 正武
【選任した代理人】
【識別番号】 100108578
【弁理士】
【氏名又は名称】 高橋 詔男
【選任した代理人】
【識別番号】 100089037
【弁理士】
【氏名又は名称】 渡邊 隆
【選任した代理人】
【識別番号】 100101465
【弁理士】

【氏名又は名称】 青山 正和

【選任した代理人】

【識別番号】 100094400

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴木 三義

【選任した代理人】

【識別番号】 100107836

【弁理士】

【氏名又は名称】 西 和哉

【選任した代理人】

【識別番号】 100108453

【弁理士】

【氏名又は名称】 村山 靖彦

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008707

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9812566

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 周波数変換器

【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力信号の周波数を任意の周波数に変換する周波数変換器であって、

L個（Lは正の整数）の係数をM分割（Mは正の整数）したN（=L/M）個の係数を持つM個の各ポリフェーズフィルタに、長さM/Kを周期とする正弦波のK周期分の信号がサンプリング周期1でサンプリングされたM個の各信号を、1対1で対応させて乗算したポリフェーズ構成のフィルタと、

変換率Mのサンプリング周波数変換器と、

から構成されることを特徴とする周波数変換器。

【請求項2】 前記ポリフェーズ構成のフィルタの代わりに、M1個の各ポリフェーズフィルタに、長さM1/Kを周期とする正弦波のK周期分の信号がサンプリング周期1でサンプリングされたM1個の各信号を、1対1で対応させて乗算したポリフェーズ構成のフィルタないしは変換率M1のサンプリング周波数変換器と、

M2=M-M1なる関係を持つM2個の各ポリフェーズフィルタに、長さM2/Kを周期とする正弦波のK周期分の信号がサンプリング周期1でサンプリングされたM2個の各信号を、1対1で対応させて乗算したポリフェーズ構成のフィルタないしは変換率M2のサンプリング周波数変換器と、

を設けたことを特徴とする請求項1に記載の周波数変換器。

【請求項3】 I倍（Iは正の整数）のインタポレータを前記ポリフェーズ構成のフィルタの後段に設け、

前記ポリフェーズ構成のフィルタは、L個（Lは正の整数）の係数を（M×I）分割（Mは正の整数）したP（=L/（M×I））個の係数を持つ（M×I）個の各ポリフェーズフィルタに、長さ（M×I）/Kを周期とする正弦波のK周期分の信号がサンプリング周期1でサンプリングされた（M×I）個の各信号を、1対1で対応させて乗算したポリフェーズ構成のフィルタとし、

前記サンプリング周波数変換器は、1/（M×I）倍のデシメーションを行う

ことを特徴とする請求項1に記載の周波数変換器。

【請求項4】 $1/D$ 倍 (D は正の整数) のデシメータを前記ポリフェーズ構成のフィルタの前段に設け、

前記ポリフェーズ構成のフィルタは、 L 個 (L は正の整数) の係数を $(M \times D)$ 分割 (M は正の整数) した $Q (= L / (M \times D))$ 個の係数を持つ $(M \times D)$ 個の各ポリフェーズフィルタに、長さ $(M \times D)$ を周期とする正弦波の K 周期分の信号がサンプリング周期1でサンプリングされた $(M \times D)$ 個の各信号を、1対1で対応させて乗算したポリフェーズ構成のフィルタとし、

前記サンプリング周波数変換器は、 $(M \times D)$ 倍のインタポレーションを行うことを特徴とする請求項1に記載の周波数変換器。

【請求項5】 入力信号の周波数を任意の周波数に変換する周波数変換器であって、 M 個 (M は正の整数) の符号を M 分割した1個の符号を係数とする M 個の各ポリフェーズフィルタに、長さ M/K を周期とする正弦波の K 周期分の信号がサンプリング周期1でサンプリングされた M 個の各信号を、1対1で対応させて乗算したポリフェーズ構成のフィルタと、

変換率 M のサンプリング周波数変換器と、

から構成され、

入力信号と前記符号との相互関機能を有する
ことを特徴とする周波数変換器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、ディジタル信号処理により入力信号の周波数を変換する周波数変換器に関し、特に良好な周波数特性を実現しながらサンプリング周波数の変換が可能な周波数変換器に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、周波数変換器には、例えば受信 R F / I F 信号を A D 変換した後に、ベースバンド、または復調処理 I F 信号へデジタル信号処理により周波数変換を行

うデジタルダウンコンバータ (DDC:Digital Down Converter) や、ベースバンド、または変調 I F 信号を D A 変換した後に、送信 R F / I F 信号を得るために、デジタル信号処理により周波数変換を行うデジタルアップコンバータ (DUC:Digital Up Converter) がある。これらの周波数変換器では、R F / I F 信号処理とベースバンド / 変復調 I F 処理に要求されるサンプリング周波数の違いから、信号自体の周波数変換だけでなく、信号のサンプリング周波数変換も同時に行われる。

信号自体の周波数変換のミキサには、乗算器が用いられるが、サンプリング周波数を変換する際にエイリアシングを抑圧するデシメーションフィルタおよびインターポレーションフィルタは、乗算器を用いる一般的な構成のフィルタでは複数の乗算器が必要になり、回路規模と消費電力が大きくなるので、サンプリング周波数と信号周波数帯域の比が大きいときには、C I C フィルタ (Cascade Integrated Comb Filter) と呼ばれるコムフィルタと積分器を縦列接続したフィルタが用いられてきた。

【0003】

図7は、C I C フィルタを用いて実現した従来例のデジタルダウンコンバータ (DDC) であって、DDC51は、R F / I F 信号 S (i) をA D 変換器52によりサンプリングした信号に、 $\cos(i)$ と $-\sin(i)$ の各信号を乗算する乗算器41を設けた乗算器直交変換器53により、ベースバンド周波数に周波数変換した後、C I C フィルタ42による $1/N$ 倍のデシメータA54と、更に、ローパスフィルタ (F I R フィルタ) 43と $1/D$ 倍ダウンサンプラ44による $1/D$ 倍のデシメータB55により、低いサンプリング周波数にサンプリング周波数変換を行う。

【0004】

図8は、ダウンサンプリングを行うC I C フィルタの構成を示す図であって、C I C フィルタは、Mセクションのローパスフィルタを形成する加算器61と遅延器62、及びMセクションのくし形フィルタを形成する減算器63と遅延器64、更にローパスフィルタとくし形フィルタの間に設けられた $1/N$ 倍のダウンサンプラ65とから構成されている。

また、その入出力信号の周波数特性は、

$$H(Z) = (1 - Z - MN) / (1 - Z - 1)$$

で表され、図9に示すように、通過域がフラットではないフィルタ特性となる。

なお、図9の特性波形Bは、特性波形Aの周波数軸を拡大して表示したグラフである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、上述のCICフィルタを用いたDDCでは、乗算器を用いることなくエイリアシングの抑圧が可能であったが、フィルタの通過域特性がフラットではないため、入力する信号の周波数帯域幅が広くなると、信号がCICフィルタで受けた振幅の周波数特性歪みを補正する必要があり、また逆に通過帯域を広くしようとすると、フィルタの阻止帯域特性が悪化するために、思うようにエイリアシングが抑圧できないという問題があった。

【0006】

本発明は、上記問題点に鑑みてなされたもので、良好な周波数特性を持ち、かつ乗算器を極力削減した形の周波数変換器を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するために、請求項1に記載の発明は、入力信号の周波数を任意の周波数に変換する周波数変換器であって、L個（Lは正の整数）の係数をM分割（Mは正の整数）したN（= L/M）個の係数を持つM個の各ポリフェーズフィルタに、長さM/Kを周期とする正弦波のK周期分の信号がサンプリング周期1でサンプリングされたM個の各信号を、1対1で対応させて乗算したポリフェーズ構成のフィルタ（例えば実施の形態の乗算器11、加算器12、遅延器13、マルチプレクサ14から構成されるフィルタ、または乗算器24、遅延器25、乗算器26、加算器27、加算器28から構成されるフィルタ）と、変換率Mのサンプリング周波数変換器（例えば実施の形態のラッチ回路15、またはホールド回路23やホールド回路31）とから構成されることを特徴とする。

以上の構成により、ポリフェーズ構成を利用して、周波数変換とフィルタに用

いられる乗算器を共有することで乗算器を削減し、フィルタ機能と周波数変換機能、更にはサンプリング周波数変換機能を持つ周波数変換器を実現することを可能とする。

【0008】

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の周波数変換器において、ポリフェーズ構成のフィルタの代わりに、M1個の各ポリフェーズフィルタに、長さM1/Kを周期とする正弦波のK周期分の信号がサンプリング周期1でサンプリングされたM1個の各信号を、1対1で対応させて乗算したポリフェーズ構成のフィルタないしは変換率M1のサンプリング周波数変換器（例えば実施の形態のインタポレータ5）と、M2=M-M1なる関係を持つM2個の各ポリフェーズフィルタに、長さM2/Kを周期とする正弦波のK周期分の信号がサンプリング周期1でサンプリングされたM2個の各信号を、1対1で対応させて乗算したポリフェーズ構成のフィルタないしは変換率M2のサンプリング周波数変換器（例えば実施の形態のインタポレータ/ミキサ6）とを設けたことを特徴とする。

以上の構成により、更にポリフェーズ構成を分割して、自由な周波数変換とサンプリング周波数変換を可能とする。

【0009】

請求項3に記載の発明は、請求項1に記載の周波数変換器において、I倍（Iは正の整数）のインタポレータ（例えば実施の形態のインタポレータ3）をポリフェーズ構成のフィルタの後段に設け、ポリフェーズ構成のフィルタは、L個（Lは正の整数）の係数を（M×I）分割（Mは正の整数）したP（=L/（M×I））個の係数を持つ（M×I）個の各ポリフェーズフィルタに、長さ（M×I）/Kを周期とする正弦波のK周期分の信号がサンプリング周期1でサンプリングされた（M×I）個の各信号を、1対1で対応させて乗算したポリフェーズ構成のフィルタ（例えば実施の形態のデシメータ/ミキサ2）とし、サンプリング周波数変換器は、1/（M×I）倍のデシメーションを行うことを特徴とする。

以上の構成により、マルチレート変換が可能で、かつ周波数変換ステップを更にI倍に細かくできる周波数変換器を実現することを可能とする。

【0010】

請求項4に記載の発明は、請求項1に記載の周波数変換器において、 $1/D$ 倍 (D は正の整数) のデシメータ (例えば実施の形態のデシメータ8) をポリフェーズ構成のフィルタの前段に設け、ポリフェーズ構成のフィルタは、 L 個 (L は正の整数) の係数を $(M \times D)$ 分割 (M は正の整数) した Q ($= L / (M \times D)$) 個の係数を持つ $(M \times D)$ 個の各ポリフェーズフィルタに、長さ $(M \times D) / K$ を周期とする正弦波の K 周期分の信号がサンプリング周期1でサンプリングされた $(M \times D)$ 個の各信号を、1対1で対応させて乗算したポリフェーズ構成のフィルタ (例えば実施の形態のインタポレータ/ミキサ9) とし、サンプリング周波数変換器は、 $(M \times D)$ 倍のインタポレーションを行うことを特徴とする。

以上の構成により、マルチレート処理を用いて、周波数変換ステップを更に D 倍に細かくできる周波数変換器を実現することを可能とする。

【0011】

請求項5に記載の発明は、入力信号の周波数を任意の周波数に変換する周波数変換器であって、 M 個 (M は正の整数) の符号を M 分割した1個の符号を係数とする M 個の各ポリフェーズフィルタに、長さ M / K を周期とする正弦波の K 周期分の信号がサンプリング周期1でサンプリングされた M 個の各信号を、1対1で対応させて乗算したポリフェーズ構成のフィルタと、変換率 M のサンプリング周波数変換器とから構成され、入力信号と符号との相互関係機能を有することを特徴とする。

以上の構成により、拡散信号が入力信号とされた場合、該信号の逆拡散と周波数変換を行うことを可能とする。

【0012】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

まず、図5と図6を用いて、本発明の実施の形態による周波数変換器に用いるデシメータ/ミキサ、及びインタポレータ/ミキサの基本構成について説明する。

本発明では、入力信号をサンプリング変換するポリフェーズ構成のデシメータ、またはインタポレータにおいて、デシメータ、またはインタポレータを M 分割

した各N個の係数を持つポリフェーズフィルタのm相、n番目の係数C_{m n}に、cosないしはsinのm番目の値、cos(mω)ないしはsin(mω)を乗じることで、ポリフェーズ構成のデシメータ、またはインタポレータに、デシメーション、またはインタポレーションの機能とミキサの機能を持たせる。

従って、構成上はミキサの無いポリフェーズフィルタのみの周波数変換器が構成出来ることになる。

【0013】

すなわち、

$$H = C_0, C_1, C_2, \dots, C_{L-1}$$

のL個のフィルタ係数にM分割のポリフェーズ分解を行い、元のフィルタ係数とポリフェーズフィルタの係数の対応が $1 = m \times n$ となるm相毎にN個の係数を持つ以下のフィルタ係数を得る。

$$H_0 = C_{00}, C_{01}, C_{02}, \dots, C_{0N-1}$$

$$H_1 = C_{10}, C_{11}, C_{12}, \dots, C_{1N-1}$$

$$H_2 = C_{20}, C_{21}, C_{22}, \dots, C_{2N-1}$$

.

.

.

$$H_{M-1} = C_{M-10}, C_{M-11}, C_{M-12}, \dots, C_{M-1N-1}$$

【0014】

更に、このポリフェーズフィルタと、KはMの因数である長さM/Kを周期とする正弦波S_mを乗算する乗算器（ミキサ）とをカスケードに接続したとき、その処理は、

$$S_0 H_0 = S_0 C_{00}, S_0 C_{01}, S_0 C_{02}, \dots, S_0 C_{0N-1} = H'_0$$

$$S_1 H_1 = S_1 C_{10}, S_1 C_{11}, S_1 C_{12}, \dots, S_1 C_{1N-1} = H'_1$$

$$S_2 H_2 = S_2 C_{20}, S_2 C_{21}, S_2 C_{22}, \dots, S_2 C_{2N-1} = H'_2$$

.

.

.

$SM - 1 HM - 1 = SM - 1 CM - 10, SM - 1 CM - 11, SM - 1 CM - 12 \dots$

$$\dots SM - 1 CM - 1 N - 1 \\ = H' M - 1$$

と等価である。

【0015】

すなわち、ミキサに用いるローカル信号の信号周期の倍数とポリフェーズフィルタの分割数が同じであれば、L個（Mは正の整数）の係数をM分割したN（= L/M ）個の符号を係数とするM個の各ポリフェーズフィルタに、長さ M/K を周期とするローカル信号（正弦波）のK周期分の信号がサンプリング周期1でサンプリングされたM個の各位相に相当する信号を、1対1で対応させて乗じておることで、ポリフェーズ構成のフィルタの積和演算処理でミキサとしての乗算処理も同時に行えることになる。

また、サンプリング周波数変換比をMとするサンプリング周波数変換も同時に行われる。

【0016】

図5（a）は、従来のポリフェーズ構成のデシメータの入力に、周期Mの信号を乗算する乗算器を配置した構成を示しており、図5（b）は、これを本発明の実施の形態により構成したデシメータ／ミキサの基本構成を示す。図5（b）では、図5（a）の各ポリフェーズフィルタ $H_0(z), H_1(z), H_2(z) \dots HM - 1(z)$ に、周期Mの信号の各位相に相当する信号 $S_0, S_1, S_2 \dots SM - 1$ が乗算された新たなポリフェーズフィルタを用いたフィルタが形成される。

同様に、図6（a）は、従来のポリフェーズ構成のインタポレータの出力に、周期Mの信号を乗算する乗算器を配置した構成を示しており、図6（b）は、これを本発明の実施の形態により構成したインタポレータ／ミキサの基本構成を示す。図6（b）でも、図6（a）の各ポリフェーズフィルタ $H_0(z), H_1(z), H_2(z) \dots HM - 1(z)$ に、周期Mの信号の各位相に相当する信号 $S_0, S_1, S_2 \dots SM - 1$ が乗算された新たなポリフェーズフィルタを

用いたフィルタが形成される。

【0017】

(第1の実施の形態)

次に、図1のDDCの回路構成を示すブロック図と、図2のDDCの入出力の周波数特性を示す図を用いて、本発明の第1の実施の形態による周波数変換器について説明する。本実施の形態は、 $(M \times I)$ 個の係数を $(M \times I)$ 分割した1個の係数を持つポリフェーズフィルタによる構成であって、ポリフェーズフィルタの乗算器をポリフェーズフィルタの各相で共通化し、フィルタ係数と正弦波データからなるROMデータを各相毎に変更する実装を行った場合の形態である。

図1において、本発明の第1の実施の形態によるDDC1は、RF/IF信号 $S(i)$ を、AD変換器52によりサンプリングした信号に、デシメータ/ミキサ2により実数信号から複素数信号への直交変換(直交復調)と周波数 $K\omega$ による周波数変換、及び $1/(M \times I)$ 倍のデシメーションを行い、I倍アップサンプル16とローパスフィルタ17を設けたインタポレータ3においてI倍のインタポレーションをした後、通信チャネルに与えられた帯域特性を持つローパスフィルタ45を設けたチャネルフィルタ56により帯域制限されたベースバンド信号 $i(j)$ 、 $q(j)$ として出力する。

【0018】

デシメータ/ミキサ2は、 $n = 0, 1, \dots, (M \times I - 1)$ に従って、入力された実数信号に $\cos(nK\omega) CM \times I - n$ と $-\sin(nK\omega) CM \times I - n$ の各信号を乗算する乗算器11と、加算器12と遅延器13とマルチプレクサ14を備え、乗算器11の出力信号と先に遅延器13により遅延されてマルチプレクサ14を通して帰還した信号とを加算器12により加算し、再度遅延器13に入力することで累積加算する積分器とが組み合わされている。

これにより、フィルタ係数 $CM \times I - n$ による帯域制限と、入力されたサンプリング周波数 $f_s 1$ の信号に $\cos(nK\omega)$ 、 $-\sin(nK\omega)$ による $f_s 1 / (M \times I) \times K$ の周波数変換を同時にを行い、更に、累積加算した信号を $(M \times I)$ 回に1回、 $n = 0$ の時にラッチ回路15により出力することにより、サンプリング周波数 $f_s 1$ の入力信号をサンプリング周波数 $f_s 2 \rightarrow 1 / (M \times I)$

倍にデシメーションする。なお、マルチプレクサ14は、 $(M \times I)$ 回に1回、 $n = 0$ の時に信号“0”を加算器12へ帰還することで、累積加算した信号をリセットする。

また、フィルタ係数が C_n ではなく $CM \times I - n$ とするのは、フィルタの畳み込み演算を行うことを示す。また、フィルタ係数を C_n とした場合は、相互相関器として動作する。

【0019】

従って、本実施の形態では、 $1 / (M \times I)$ 倍のデシメータ／ミキサの後で I 倍のインタポレーションを行うことで、 $I / (M \times I) = 1 / M$ 倍のデシメータを実現しつつ、 I 倍のインタポレーションを補正するためにデシメータ／ミキサのポリフェーズ分割を I 倍にし、周波数変換を行う周波数ステップを I 倍に細かくしている。

図2は、上述の本実施の形態によるDDCにおいて、デシメーション比 $(M \times I)$ が128の時の入出力の周波数特性を示した図であって、図2の特性波形Bは、特性波形Aの周波数軸を拡大して表示したグラフである。図2によると、本実施の形態によるDDCの入出力の周波数特性は、図9に示すCICフィルタの入出力の周波数特性と比較して、通過帯域、阻止帯域共に大きく改善され、帯域幅の広い信号を処理する場合においても、良好な周波数特性とエイリアシングの抑圧特性が得られる。

【0020】

(第2の実施の形態)

次に、図3のDUCの回路構成を示すブロック図を用いて、本発明の第2の実施の形態による周波数変換器について説明する。本実施の形態は、 $2 \times (M/2)$ 個の係数を $(M/2)$ 分割した2個の係数を持つポリフェーズフィルタによる構成であって、ポリフェーズフィルタの乗算器と遅延器をポリフェーズフィルタの各相で共通化し、フィルタ係数と正弦波データからなるROMデータを各相毎に変更する実装を行った場合の形態である。

図3において、本発明の第2の実施の形態によるDUC4は、複素数信号 $i(i)$ 、 $q(i)$ を、 $M/1$ 倍のアップサンプル21とローパスフィルタ22を設け

たインタポレータ5によりM1倍のインタポレーションを行った後、インタポレータ／ミキサ6により、周波数K ω による周波数変換とM2倍のインタポレーション、及び複素数信号から実数信号への直交変換を行い、RF／IF信号S(j)として出力する。

【0021】

インタポレータ／ミキサ6は、入力された複素数信号を、時間M2だけホールドするホールド回路23と、乗算器24と遅延器25、更に乗算器26と加算器27を設け、n=0, 1, ..., (M2-1)に従って、 $\cos(nK\omega)C(M2-n)0$ と $-\sin(nK\omega)C(M2-n)0$ 、及び $\cos(nK\omega)C(M2-n)1$ と $-\sin(nK\omega)C(M2-n)1$ の各信号を入力信号と積和演算する2タップのFIRフィルタとが組み合わされている。

ホールド回路23は、入力信号のサンプリング間隔の間に、M2サンプルの同一の出力を行う（アップサンプリングを行う）ホールド回路（マルチ出力回路）であって、ホールド回路23によりホールドした信号に、フィルタ係数C(M2-n)0とC(M2-n)1による帯域制限と、入力されたサンプリング周波数f_{s1}の信号に $\cos(nK\omega)$ 、 $-\sin(nK\omega)$ による $f_{s1}/M2 \times K$ の周波数変換を同時にを行い、更に1/M2回毎に出力することにより、サンプリング周波数f_{s1}の入力信号をサンプリング周波数f_{s2}へM2倍にインタポレーションする。

【0022】

また、加算器28は、入力された複素数信号の実数軸側信号にcosが乗算された実数軸側信号と、同様に虚数軸側信号に-sinが乗算されて生成された新たな実数軸側信号とを加算し、複素数信号を実数信号へ変換する直交変換（直交変調）を行う。

なお、フィルタ係数がC_nではなくC(M2-n)とするのは、フィルタの畳み込み演算を行うことを示す。

従って、本実施の形態では、M1倍のインタポレータとM2倍のインタポレータに更にポリフェーズ構成を分割して、自由な周波数変換とサンプリング周波数変換を実現している。

【0023】

(第3の実施の形態)

次に、図4のDUCの回路構成を示すブロック図を用いて、本発明の第3の実施の形態による周波数変換器について説明する。本実施の形態は、 $2 \times (M \times D)$ 個の係数を $(M \times D)$ 分割した2個の係数を持つポリフェーズフィルタによる構成であって、ポリフェーズフィルタの乗算器と遅延器をポリフェーズフィルタの各相で共通化し、フィルタ係数と正弦波データからなるROMデータを各相毎に変更する実装を行った場合の形態である。

図4において、本発明の第3の実施の形態によるDUC7は、複素数信号*i* (*i*)、*q* (*i*) を、ローパスフィルタ29と $1/D$ 倍のダウンサンプラー30を設けたデシメータ8により $1/D$ 倍のデシメーションを行った後、インタポレータ／ミキサ9により、周波数 $K\omega$ による周波数変換と $(M \times D)$ 倍のインタポレーション、及び複素数信号から実数信号への直交変換を行い、RF／IF信号*S* (*j*) として出力する。

【0024】

インタポレータ／ミキサ9は、入力された複素数信号を、時間 $(M \times D)$ だけホールドするホールド回路31と、乗算器24と遅延器25、更に乗算器26と加算器27を設け、 $n = 0, 1, \dots, (M \times D - 1)$ に従って、 $\cos(nK\omega) C(M \times D - n) 0$ と $-\sin(nK\omega) C(M \times D - n) 0$ 、及び $\cos(nK\omega) C(M \times D - n) 1$ と $-\sin(nK\omega) C(M \times D - n) 1$ の各信号を入力信号と積和演算する2タップのFIRフィルタとが組み合わされている。

ホールド回路31は、入力信号のサンプリング間隔の間に、 $(M \times D)$ サンプルの同一の出力を行う（アップサンプリングを行う）ホールド回路（マルチ出力回路）であって、ホールド回路31によりホールドした信号に、フィルタ係数 $C(M \times D - n) 0$ と $C(M \times D - n) 1$ による帯域制限と、入力されたサンプリング周波数 $f_s 1$ の信号に $\cos(nK\omega)$ 、 $-\sin(nK\omega)$ による $f_s 1 / (M \times D) \times K$ の周波数変換を同時にを行い、更に $1/(M \times D)$ 回毎に出力す

ることにより、サンプリング周波数 f_s の入力信号をサンプリング周波数 f_s 2へ ($M \times D$) 倍にデシメーションする。

【0025】

また、加算器28は、入力された複素数信号の実数軸側信号に \cos が乗算された実数軸側信号と、同様に虚数軸側信号に $-\sin$ が乗算されて生成された新たな実数軸側信号とを加算し、複素数信号を実数信号へ変換する直交変換（直交変調）を行う。

なお、フィルタ係数が C_n ではなく $C(M \times D - n)$ とするのは、フィルタの畳み込み演算を行うことを示す。

従って、本実施の形態では、 $1/D$ 倍のデシメーションの後で $(M \times D)$ 倍のインタポレータ／ミキサを行うことで、 $(M \times D)/D = M$ 倍のインタポレータを実現しつつ、 $1/D$ 倍のデシメーションを補正するためにインタポレータ／ミキサのポリフェーズ分割を D 倍にし、周波数変換を行う周波数ステップを D 倍に細かくしている。

【0026】

【発明の効果】

以上の如く本発明によれば、ポリフェーズ構成のフィルタを利用し、周波数変換に用いるミキサの乗算器と、FIRフィルタの係数の乗算に用いる乗算器とを共用することで、消費電力を増大させることなく、従来より周波数特性が良好な周波数変換器を構成することを可能とする。

また、周波数変換器の前後にサンプリング周波数変換器を設けることで、ポリフェーズ構成のフィルタの分割数をサンプリング周波数の変換比率に合わせて変更し、これにより周波数変換器の周波数変換ステップを自由に変更することができるという効果が得られる。

従って、マルチレートに対応した自由なサンプリング周波数変換と、周波数ステップを自由に設定できる周波数変換器を、乗算器の利用を必要最小限に押さえたポリフェーズ構成のフィルタにより構成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施の形態によるDDCの回路構成を示すブロック

ク図である。

【図2】 同実施の形態によるD D Cの入出力の周波数特性を示す図である。

【図3】 本発明の第2の実施の形態によるD U Cの回路構成を示すブロック図である。

【図4】 本発明の第3の実施の形態によるD U Cの回路構成を示すブロック図である。

【図5】 本発明の実施の形態によるデシメータ／ミキサの基本構成を示す図である。

【図6】 本発明の実施の形態によるインタポレータ／ミキサの基本構成を示す図である。

【図7】 従来例のD D Cの回路構成を示す図である。

【図8】 従来例に用いたC I Cフィルタの構成を示すブロック図である。

【図9】 従来例のD D Cの入出力の周波数特性を示す図である。

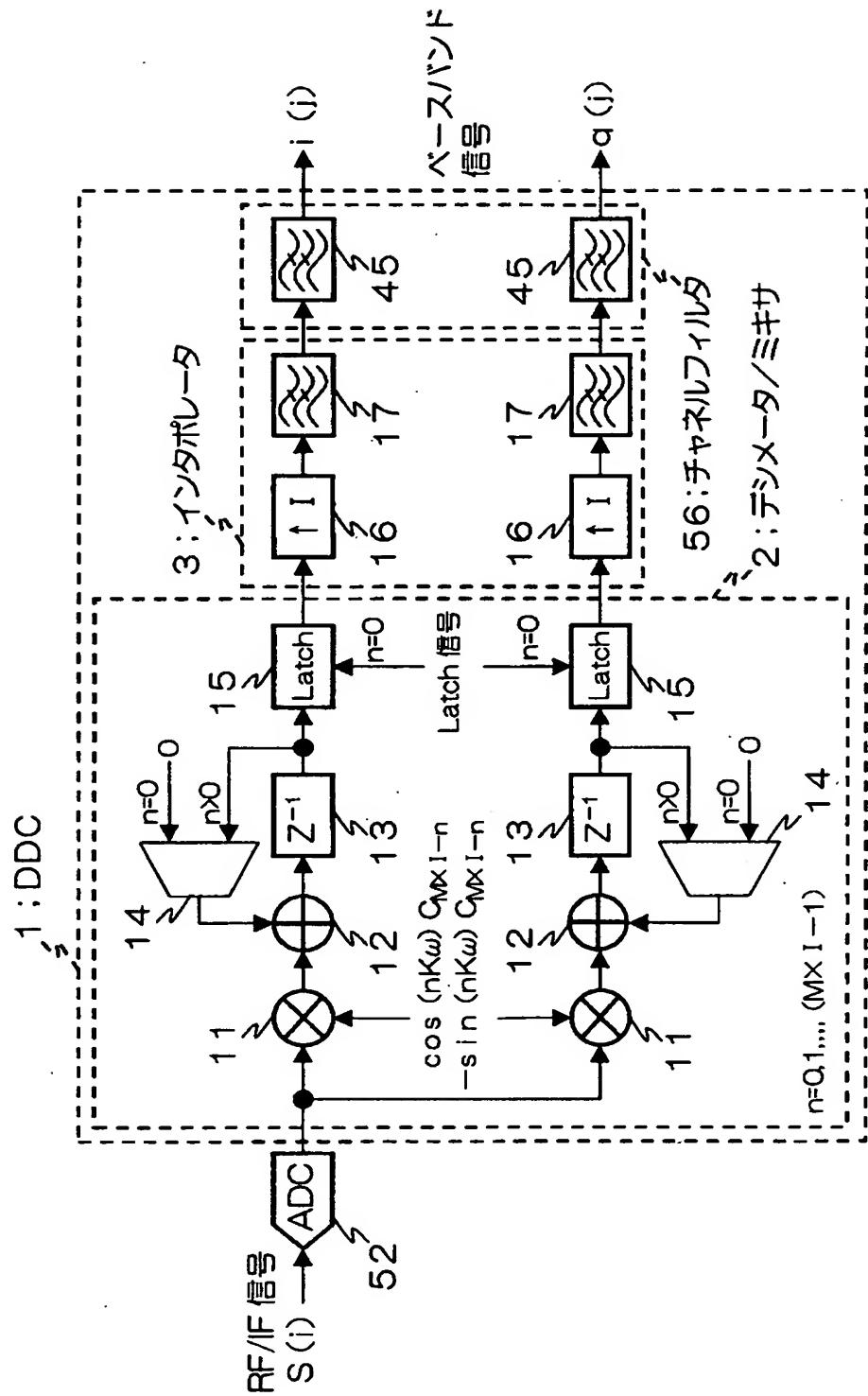
【符号の説明】

- 1 D D C
- 2 デシメータ／ミキサ
- 3 インタポレータ
- 4 D U C
- 5 インタポレータ
- 6 インタポレータ／ミキサ
- 7 D U C
- 8 デシメータ
- 9 インタポレータ／ミキサ
- 11、24、26 乗算器
- 12、27、28 加算器
- 13、25 遅延器
- 14 マルチプレクサ
- 15 ラッチ回路

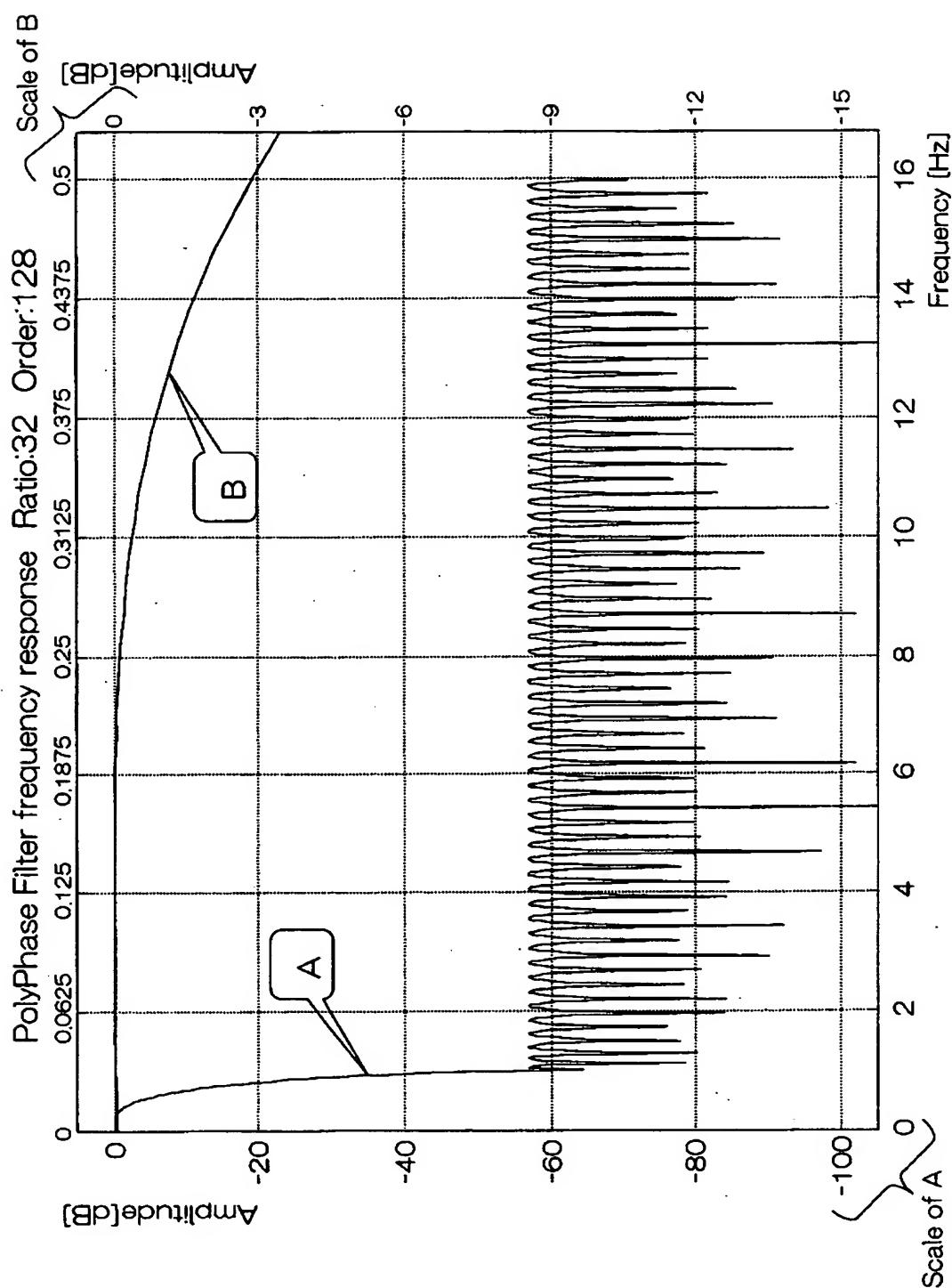
- 16 I倍アップサンプラー
17、22、29、45 ローパスフィルタ
21 M1倍アップサンプラー
23、31 ホールド回路
30 1/D倍ダウンサンプラー
56 チャネルフィルタ

【書類名】 図面

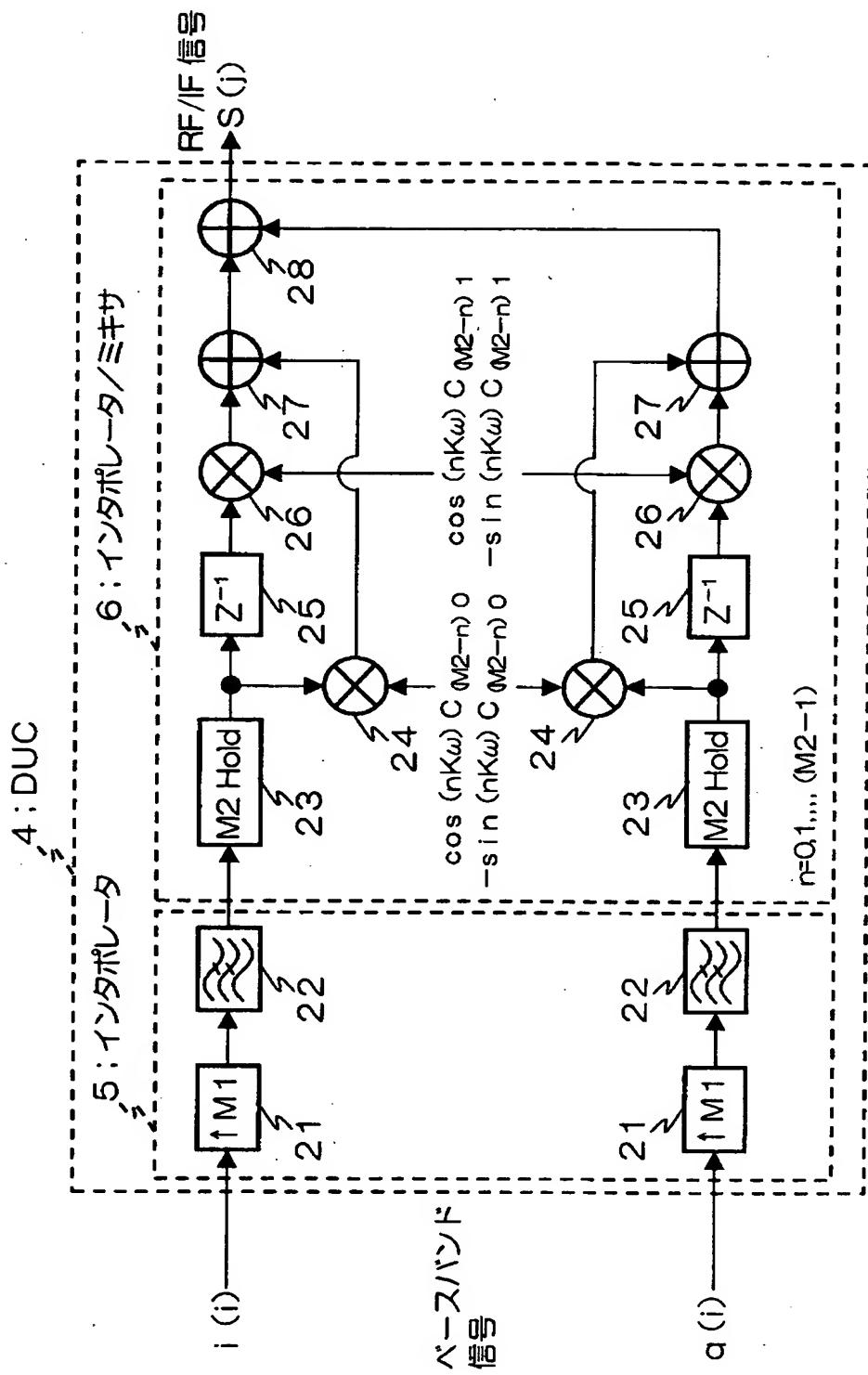
【図1】



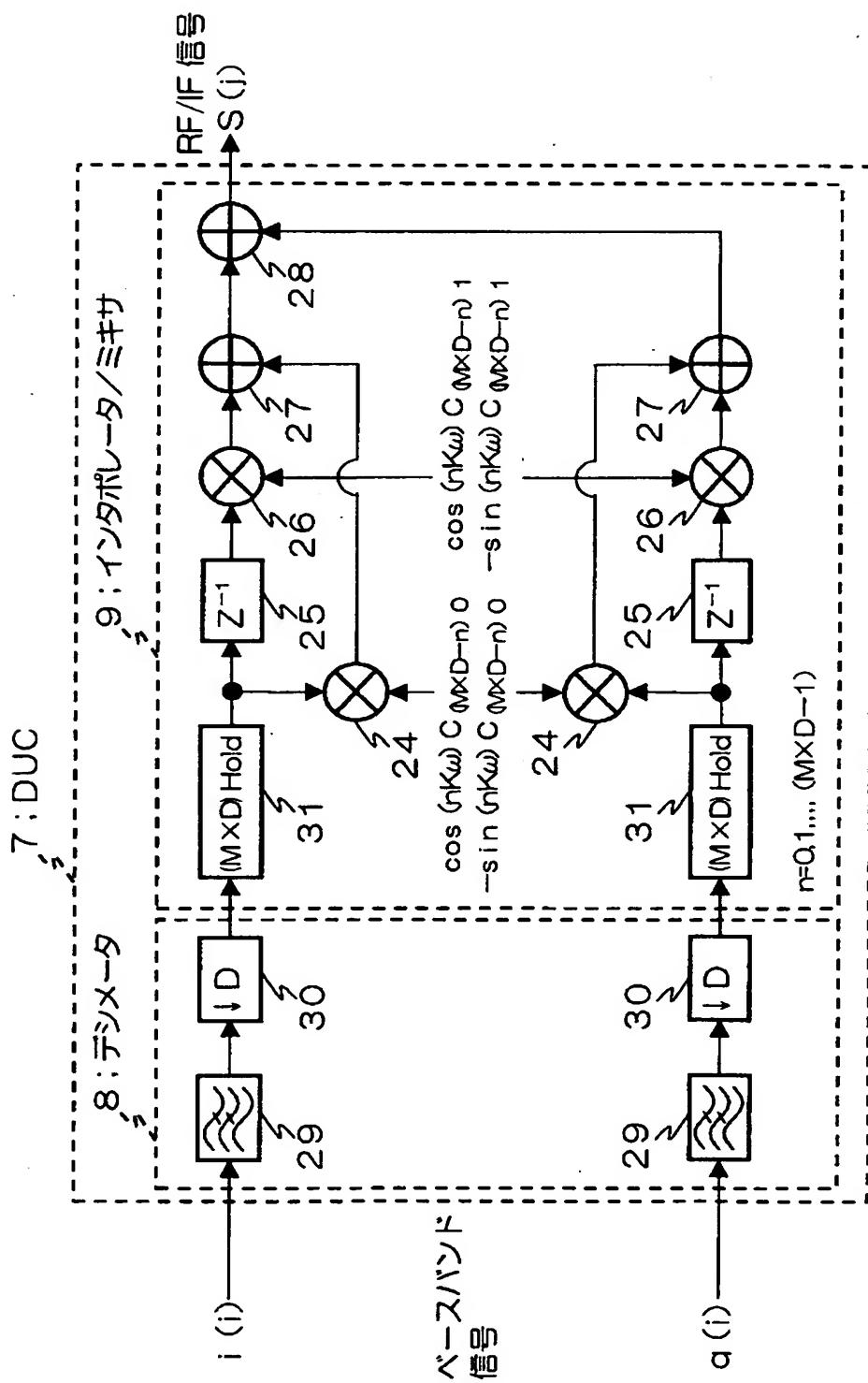
【図2】



【図3】

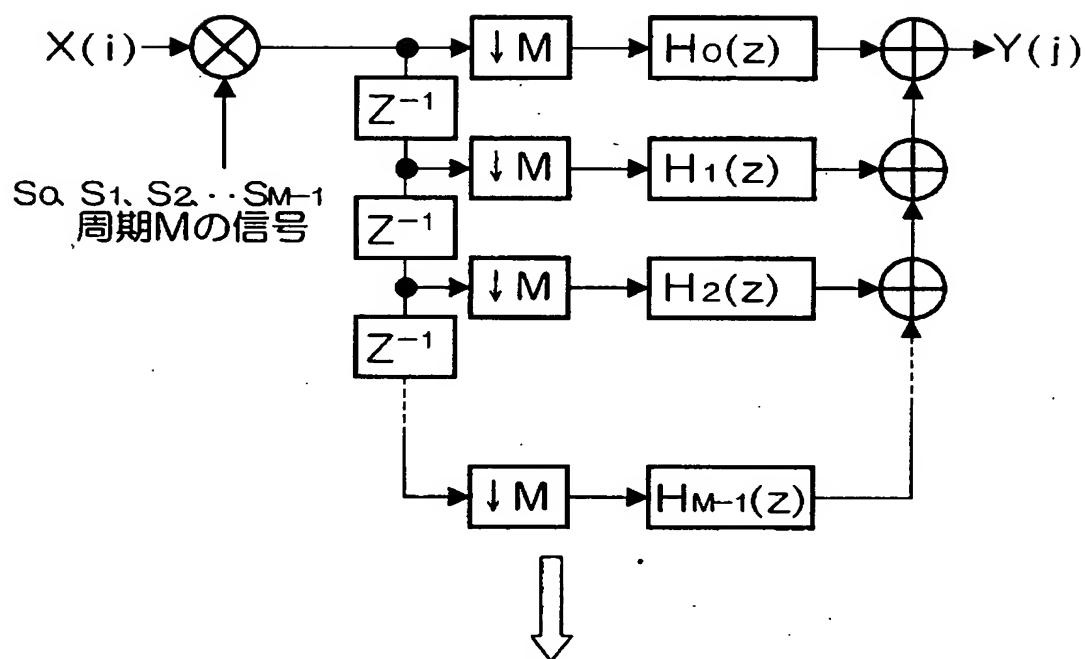


【図4】

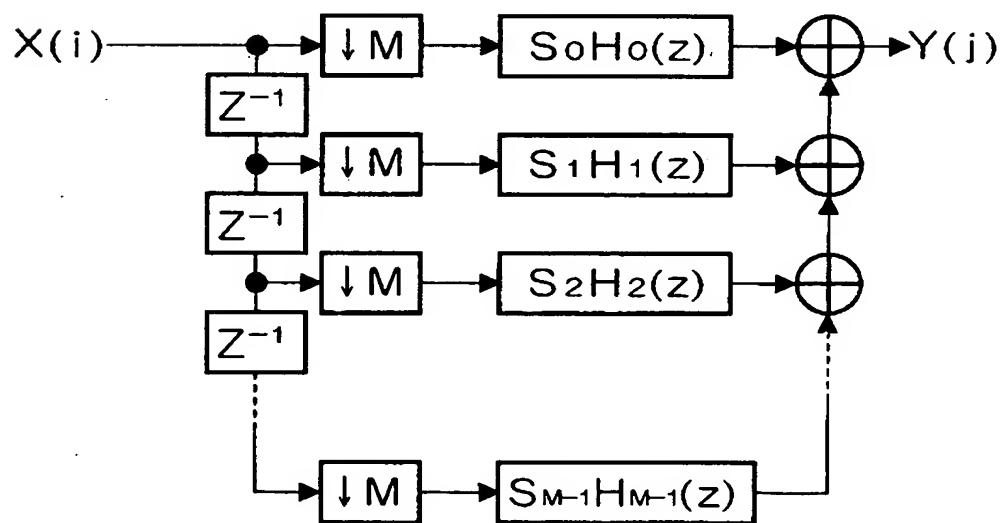


【図5】

(a)

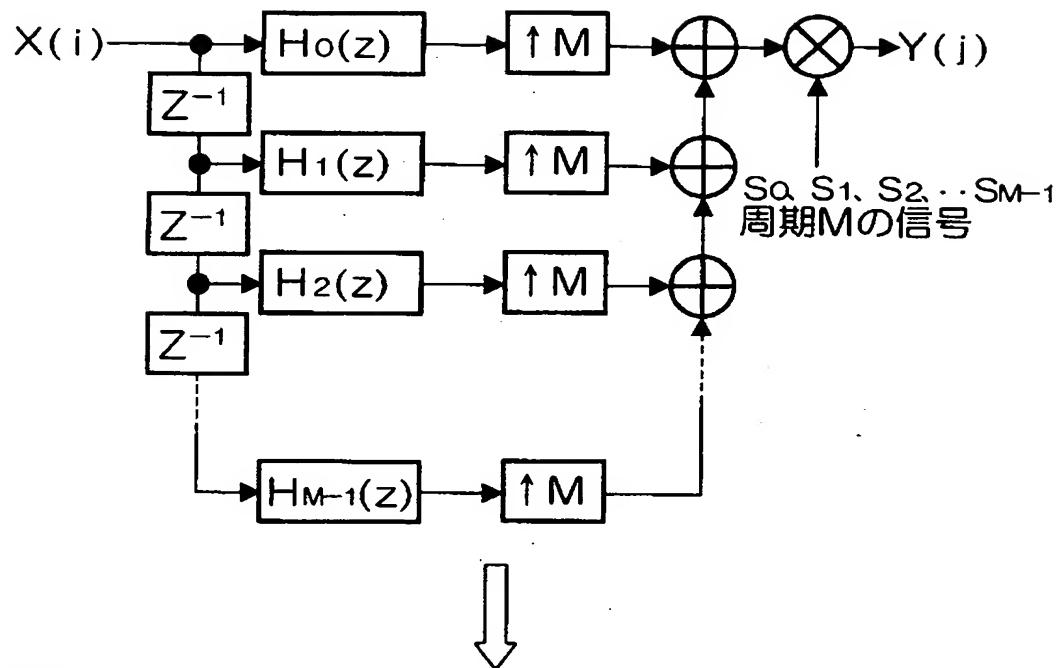


(b)

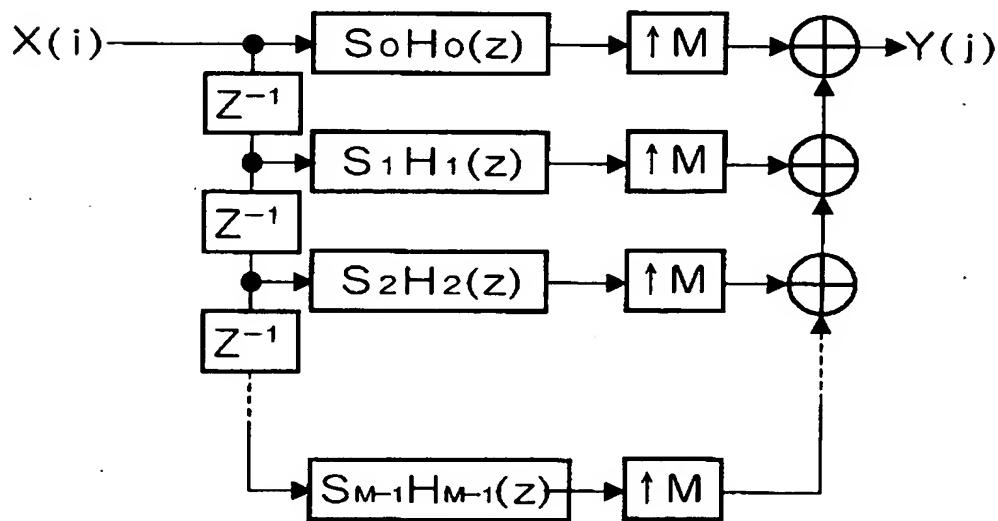


【図6】

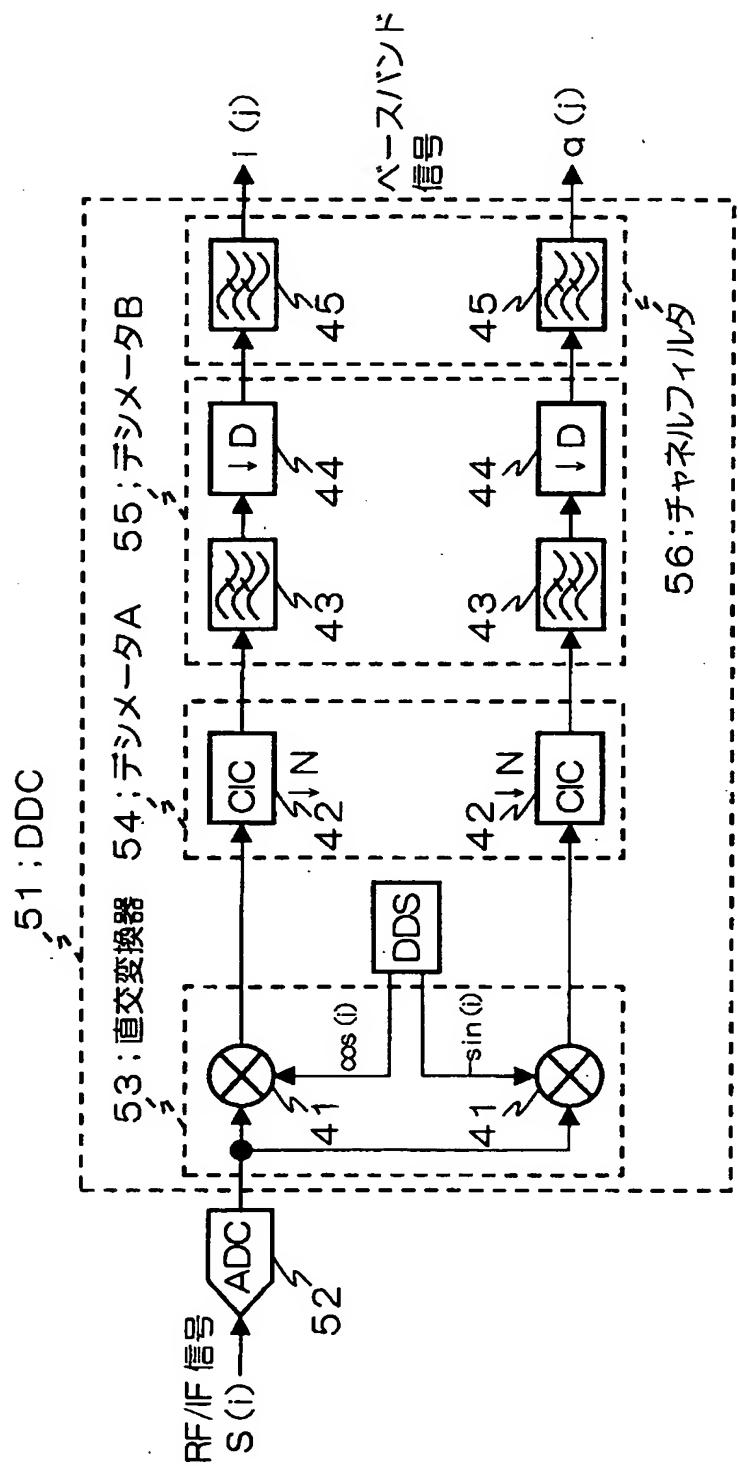
(a)



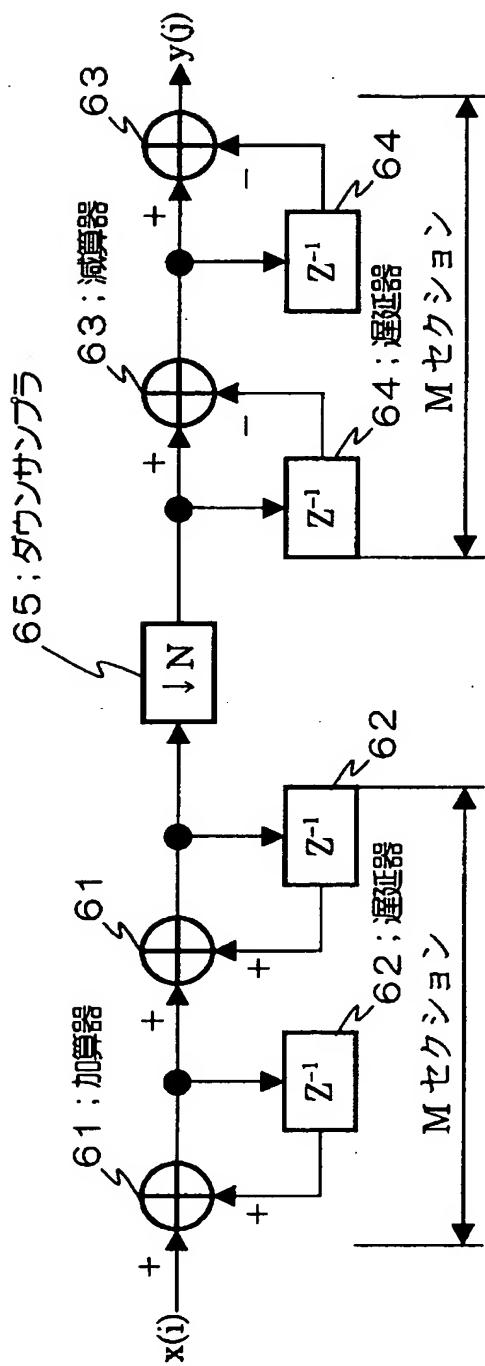
(b)



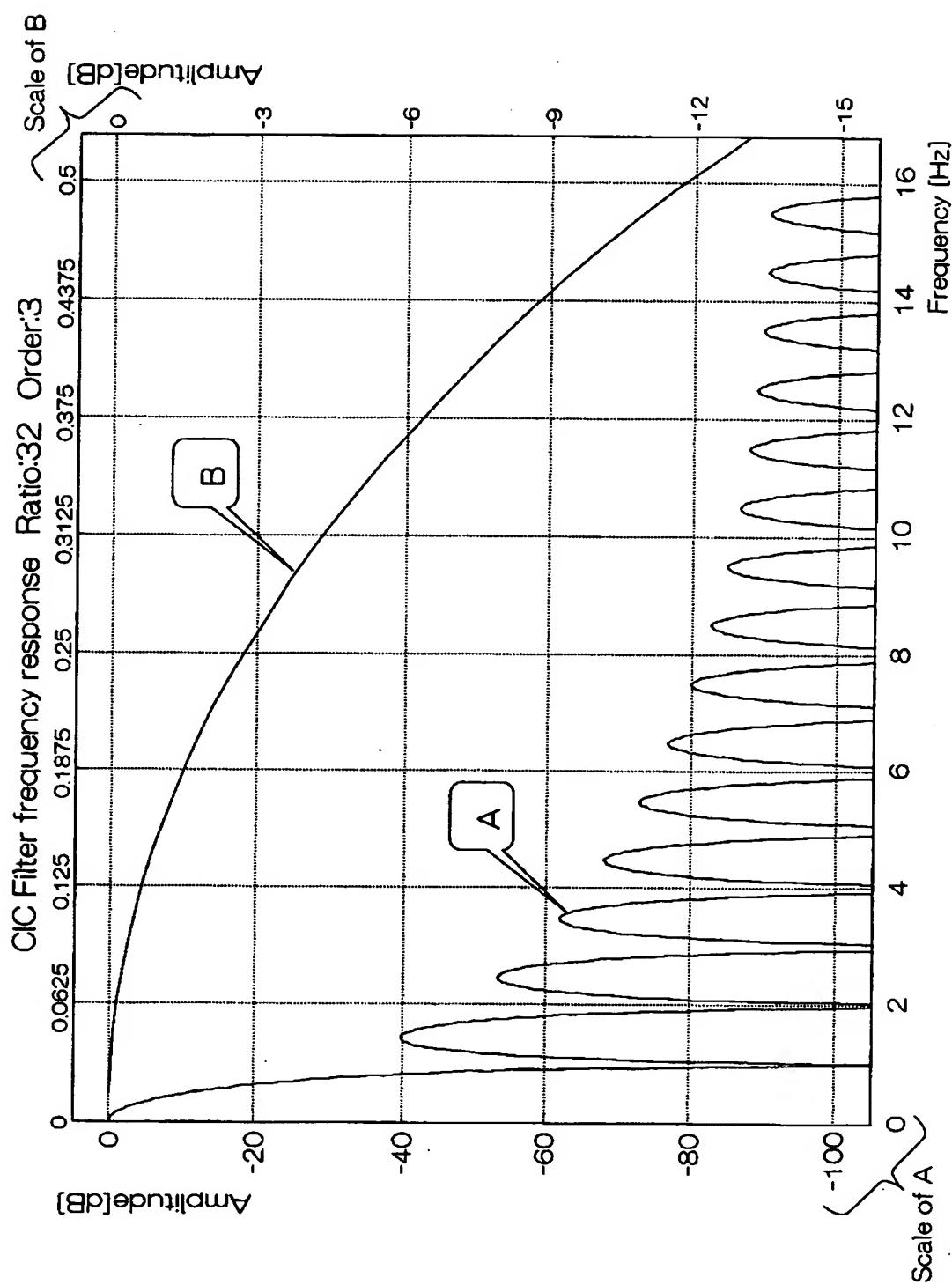
【図7】



【図8】



【図9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 良好な周波数特性を持ち、かつ乗算器を極力削減した形の周波数変換器を提供する。

【解決手段】 DDC1は、入力されたRF／IF信号S(i)を、AD変換器52によりサンプリングした信号に、(M×I)分割したポリフェーズ構成によるデシメータ／ミキサ2により、実数信号から複素数信号への直交変換と、周波数K ω による周波数ステップをI倍に細かくした周波数変換、及び1/(M×I)倍のデシメーションを行い、I倍アップサンプル16とローパスフィルタ17を設けたインタポレータ3においてI倍のインタポレーションをした後、通信チャネルに与えられた帯域特性を持つローパスフィルタ45を設けたチャネルフィルタ56により帯域制限され、サンプリング周波数を入力の1/M倍に変換されたベースバンド信号i(j)、q(j)として出力する。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2001-058396
受付番号	50100298642
書類名	特許願
担当官	第七担当上席 0096
作成日	平成13年 3月 5日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	598045058
【住所又は居所】	神奈川県横浜市鶴見区菅沢町2-7
【氏名又は名称】	株式会社サムスン横浜研究所
【代理人】	申請人
【識別番号】	100064908
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	志賀 正武

【選任した代理人】

【識別番号】	100108578
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	高橋 詔男

【選任した代理人】

【識別番号】	100089037
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	渡邊 隆

【選任した代理人】

【識別番号】	100101465
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	青山 正和

【選任した代理人】

【識別番号】	100094400
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビル 志賀国際特許事務所

次頁有

認定・付加情報（続き）

【氏名又は名称】 鈴木 三義
【選任した代理人】
【識別番号】 100107836
【住所又は居所】 東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】 西 和哉
【選任した代理人】
【識別番号】 100108453
【住所又は居所】 東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】 村山 靖彦

次頁無

出願人履歴情報

識別番号 [598045058]

1. 変更年月日 1998年 3月20日

[変更理由] 新規登録

住 所 神奈川県横浜市鶴見区菅沢町2-7

氏 名 株式会社サムスン横浜研究所